

Perencanaan *Unmanned Surface Vehicle (USV)* Ukuran 3 Meter Tipe Serbu Cepat

Siswandi. B, H. Agoes Santoso, dan Tony Bambang Musriyadi

Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

E-mail : agoes@its.ac.id

Abstrak— Pemerintah Indonesia khususnya TNI AL mengalami tantangan besar dalam menjaga, mengawasi serta mempertahankan keamanan Nasional. Salah satu cara untuk mengatasi hal tersebut yaitu dengan mengembangkan *Unmanned Surface Vehicle (USV)* atau dikenal dengan sebutan kapal tanpa awak. Kapal ini difungsikan sebagai kapal serbu atau kapal penghancur target sasaran karena dipersenjatai dengan senapan. Dalam skripsi ini dilakukan perencanaan *Unmanned Surface vehicle (USV)* dengan ukuran $L = 3$ m, $B = 1.2$ m $T = 0.36$ m, $H = 0.8$ m, $V_s = 35$ knot. Hasil dari penyelesaian berupa rancangan *Lines plan*, *General arrangement*, tahanan kapal dan stabilitas yang optimal.

Kata Kunci— *Unmanned Surface Vehicle (USV)*, *Lines plan*, *General Arrangement*, tahanan, stabilitas.

I. PENDAHULUAN

BANGSA ini dihadapkan dengan banyak tantangan militer yang tidak terlihat seperti dalam sejarah. Musuh yang beragam, tidak mudah dikenali. Ancaman-ancaman yang datang bisa memiliki kemampuan untuk melakukan kerusakan besar, untuk kekuatan maritim dan infrastruktur dan Angkatan Laut harus memiliki kemampuan untuk mengatasi dan mengalahkan mereka dalam mendukung tujuan-tujuan pertahanan nasional, sementara terus menjalankan peran tradisionalnya.

Sistem *Unmanned* memiliki potensi, dan dalam beberapa kasus kemampuan menunjukkan, untuk mengurangi risiko kepada pasukan berawak, untuk menyediakan perkalian gaya yang diperlukan untuk mencapai misi [1].

Negara Indonesia sebagian besar terdiri dari laut dan memiliki pulau-pulau yang terpisah-pisah yang terbentang dari sabang sampai marauke. Oleh karena itu, pemerintah khususnya TNI AL mengalami kesulitan dan keterbatasan dalam mengawasi keamanan tiap-tiap pulau tersebut. Seiring dengan perubahan dalam penekanan, kemampuan baru akan dibutuhkan angkatan laut di bidang intelijen maritim, pengawasan, pengintaian dan penyerangan.

Dalam Penelitian ini akan dilakukan optimasi untuk mendapatkan *principal dimension*, *lines plan*, *general arrangement* dan tahanan kapal. Sehingga diharapkan dari pengerjaan skripsi ini akan mendapatkan sebuah USV (*unmanned surface Vehicle*) yang memiliki dimensi / ukuran yang sesuai, bentuk kapal dan stabilitas yang optimal agar dapat menunjang performa pada saat beroperasi, serta memiliki tahanan yang akurat untuk jenis kapal cepat.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Sejarah Unmanned Surface Vehicle (USV)

Pada Perang Dunia II telah terlihat percobaan pertama dengan USVs. Kanada mengembangkan torpedo Comox konsep pada tahun 1944 sebagai pra-USV invasi Normandia dirancang untuk meletakkan asap selama invasi – sebagai pengganti pesawat. Sementara itu, Angkatan Laut Amerika Serikat mengembangkan dan menunjukkan beberapa jenis "*Demolition Rocket Craft*" dimaksudkan untuk tambang dan clearance kendala dalam surf zone. "*Porcupine*," "*Bob-Sled*," dan "*Woofus 120*" adalah variasi dari kapal darat dikonversi untuk dapat membawa sejumlah tambang roket dalam konfigurasi yang berbeda.

Pada 1960, Angkatan Laut itu menggunakan kapal sasaran pesawat tak berawak (*Target Drone*) dikendalikan dengan remote control "*aviation rescue*" kapal ini digunakan untuk praktek penembakan rudal.

Target drone dalam pengembangan USV dan penggunaannya terus berlangsung dan berevolusi selama bertahun-tahun. Hingga saat ini, Angkatan Laut mengoperasikan sejumlah USV sebagai *drone target*, termasuk *Mobile Ship Target* (MST), yang QST-33 dan SEPTAR QST-35/35A Target, dan *High Speed Maneuverable Seaborne Target* (HSMST) [2].



“(a)”, Mobile Ship Target

“(b)”, QST 33



“(c)”, QST 35/35A Sepstar

“(d)”, High Speed Maneuverable Seaborne Target (HSMST)

Gambar. 1. *Unmanned Surface Vehicle (USV)*

Sensor siluman USV telah diajukan dan sedang dipertimbangkan oleh armada. Salah satu kepentingan yang paling terlihat adalah di USV yang dapat berfungsi sebagai pengganda kekuatan tak berawak untuk beberapa misi tempur pesisir.

Navtec Inc melakukan pengembangan pada akhir 1990-an sebuah USV untuk *Office of Naval Research*

(ONR) di bawah nama Owl MK II. Owl adalah *Jet Ski chassis* dilengkapi dengan lambung profil rendah dimodifikasi untuk meningkat *stealth* dan kemampuan *payload*. Salah satu versi dengan sonar scan sisi dan kamera video telah beroperasi dan digunakan di Teluk Persia. *Science Application International Corporation* (SAIC) juga menawarkan USV kecil untuk keamanan armada. *Unmanned Harbor Security Vehicle* (UHSV) ini adalah versi lanjutan dari Owl MK II [2].



“(a)”, Roboski



“(b)”, Owl MK II, 1998



“(c)”, Owl MK II



“(d)”, Owl MK II

Gambar. 2. Perkembangan *Unmanned Surface Vehicle* (USV)

Bentuk Lambung

Bentuk lambung kapal sangat mempengaruhi terhadap kecepatan serta stabilitas pada kapal. Adapun bentuk-bentuk lambung kapal yaitu seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini :

Bentuk lambung	Keterangan
	Kapal lambung datar Kapal dengan lambung datar ini merupakan kapal yang bisa digunakan pada perairan tenang. Biasanya digunakan untuk kapal dengan kecepatan rendah. Banyak digunakan untuk kapal tangker, tongkang. Draft kapal biasanya lebih kecil. Untuk meningkatkan stabilitas biasanya titik berat kapal diturunkan.
	Katamaran Kapal dengan beberapa lambung ini mempunyai kestabilan yang tinggi, namun gelombang yang ditimbulkan lebih kecil sehingga merupakan kapal yang sesuai untuk dioperasikan di sungai, tetapi perairan yang bergelombang dampaknya terhadap goyangan di kapal tinggi.
	Lambung V Merupakan kapal dengan lambung lancip seperti huruf V yang mempunyai hambatan yang kecil sehingga lebih hemat dalam penggunaan bahan bakar. Kapal yang demikian biasanya digunakan untuk kapal kecepatan tinggi.
	Lambung terowongan Lambung seperti ini dimaksudkan untuk mengurangi gesekan, berbeda dengan katamaran karena sudut bagian dalam lancip sehingga mempermudah manuver kapal.
	Kapal ponton Kapal yang dibangun diatas ponton, kapal seperti ini sangat stabil, dan dapat dijalankan dengan mudah menggunakan mesin tempel atau ditarik dengan kabel untuk penyeberangan sungai. Tidak efisien bila dihindarkan untuk pelayaran jarak jauh.

Gambar. 3. Bentuk – bentuk Lambung Kapal

Optimasi Ukuran Utama Kapal

Optimasi ukuran utama kapal dilakukan untuk mencari ukuran utama dari *Unmanned Surface Vehicle* (USV). Optimasi ini dilakukan dengan menggunakan metode regresi linear dan polynomial. Metode ini membandingkan beberapa spesifikasi USV yang telah ada dengan membandingkan ukuran yang dibutuhkan.

Setelah didapatkan nilai dimensi dari masing-masing USV lalu dilakukan koreksi terhadap perbandingan L/B, B/T, T/H untuk setiap nilai dimensi agar didapatkan dimensi *Unmanned Surface Vehicle* (USV) yang ideal [2][4].

Tahanan Kapal

Tahanan kapal (*resistance*) pada suatu kecepatan adalah gaya fluida yang bekerja pada kapal demikian rupa sehingga melawan gerakan kapal tersebut. Tahanan tersebut sama dengan komponen gaya fluida yang bekerja sejajar dengan sumbu gerakan kapal.

Tahanan gesek

Pada umumnya kita tidak dapat menghindari timbulnya aliran *turbulen* yang terjadi disekitar permukaan lambung kapal. Untuk itu kita harus memastikan aliran *turbulen* yang timbul pada permukaan lambung kapal. Berikut ini rumus empiris untuk tahanan gesek :

$$R_f = C_f \left(\frac{1}{2} \rho V^2 \right) S \quad (1)$$

Dimana,

C_f = koefisien tahanan gesek

P = massa jenis

V = kecepatan kapal

S = luas permukaan basah kapal

International Towing Tank Conference (ITTC) 1957 mengekspresikan koefisien tahanan gesek untuk *smooth hull surface* dengan *experiment* sebagai berikut :

$$C_f = \frac{0,075}{(\log_{10} Rn - 2)^2} \quad (2)$$

Tahanan Udara

Besarnya tahanan udara diasumsikan tanpa adanya angin di ekspresikan dengan persamaan :

$$R_{AA} = 0.5 \rho_a C_D A V^2 \quad (3)$$

Dimana,

ρ_a = massa jenis udara

A = luas permukaan diatas garis air

C_D = *Wind tunnel test*, 0,5 ~0,7

Dasar – dasar bentuk lambung tunggal (monohull) Speed Length Ratio (SLR)

Berdasarkan dari pertimbangan besarnya tahanan kapal pada kondisi perairan tenang (*calm water resistance*), pemilihan yang tepat dari jenis bentuk lambung utama tertentu tergantung pada rasio kecepatan operasional / panjang (SLR). ini didefinisikan sebagai kecepatan dalam knot (V_k) dibagi dengan akar dari panjang garis beban air (LWL) dalam satuan *feet*. Jadi,

$$SLR = \frac{V_k}{\sqrt{LWL}} \quad (4)$$

Dimana :

SLR = *Speed Length Ratio*

V_k = Kecepatan dinas (*knot*)

Lwl = panjang garis air (*feet*)

Hubungan Antara Gelombang Terhadap Bentuk Lambung

Kapal yang bergerak dipermukaan air menghasilkan sistem gelombang transversal memiliki kecepatan (C_k) sama dengan kecepatan dinas (V_k). Sistem gelombang yang dihasilkan diri merupakan pengeluaran energi yang tak dapat diperbaiki pendorong yang merupakan konsekuensi dari perlawanan "Wave - making" lambung. Sebagai pendekatan urutan pertama, karakteristik gelombang transversal ini dapat disamakan dengan gelombang sinus di mana panjang gelombang, L_w (*feet*), terkait dengan kecepatannya, C_k , (kecepatan dalam *knot*) dengan persamaan berikut:

$$C_k = 1,3\sqrt{L_w} \quad (5)$$

Dimana,

C_k = kecepatan aliran (*knot*)
 L_w = panjang gelombang (*feet*)

Setiap gelombang SLR sama dengan 1,3 dari panjang gelombang tersebut. Namun SLR kapal sangat tergantung pada panjang lambung dan kecepatan di air. Karena $C_k = V_k$, berikut ada hubungan antara panjang gelombang yang dihasilkan oleh kapal (L_w) dan beban panjang garis air (LWL) sebagai fungsi dari SLR [4].

$$\frac{L_w}{Lwl} = \frac{SLR^2}{1,80} \quad (6)$$

Berdasarkan percobaan yang dilakukan oleh Daniel savitsky, mendapatkan sebuah hasil tabulasi sebagai berikut:

SLR	L_w/LWL
0.94	0.50
1.10	0.67
1.16	0.75
1.34	1.00
1.90	2.00

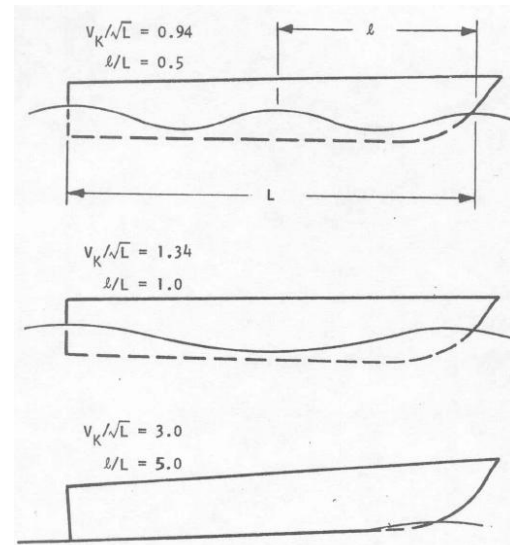
Jadi, jika kecepatan kapal (SLR) meningkat, maka kenaikan panjang gelombang transversal yang dihasilkan sampai $SLR = 1,34$, panjang gelombang adalah sama dengan LWL lambung. Pada $SLR > 1,34$, panjang gelombang lebih besar dari panjang kapal. Untuk penjelasan lebih lanjut dapat di lihat pada ilustrasi gambar dibawah ini [4].

Stabilitas Kapal

Stabilitas kapal adalah kemampuan kapal untuk menegak kembali sewaktu kapal pada saat diapungkan, tidak miring kekiri atau kekanan, demikian pula pada saat berlayar, disebabkan oleh adanya pengaruh luar yang bekerja padanya pada saat kapal diolengkan oleh ombak atau angin, kapal dapat tegak kembali.

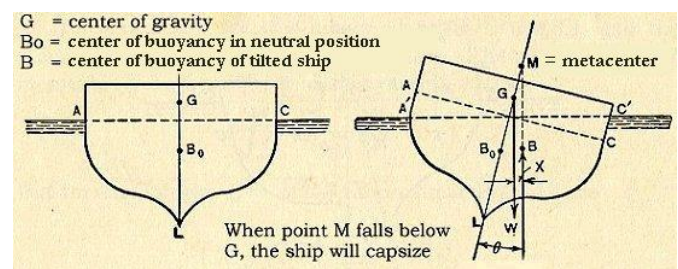
Stabilitas awal sebuah kapal adalah kemampuan dari kapal itu untuk kembali kedalam kedudukan tegaknya semula sewaktu kapal miring pada sudut-sudut kecil (± 60 derajat). Pada umumnya stabilitas awal ini hanya terbatas pada pembahasan pada stabilitas melintang saja. Didalam membahas stabilitas awal sebuah kapal, maka titik-titik

(Titik penting dalam stabilitas kapal) yang menentukan besar kecilnya nilai-nilai stabilitas awal adalah [6]:



Gambar. 4. Ilustrasi pola gelombang vs kecepatan kapal

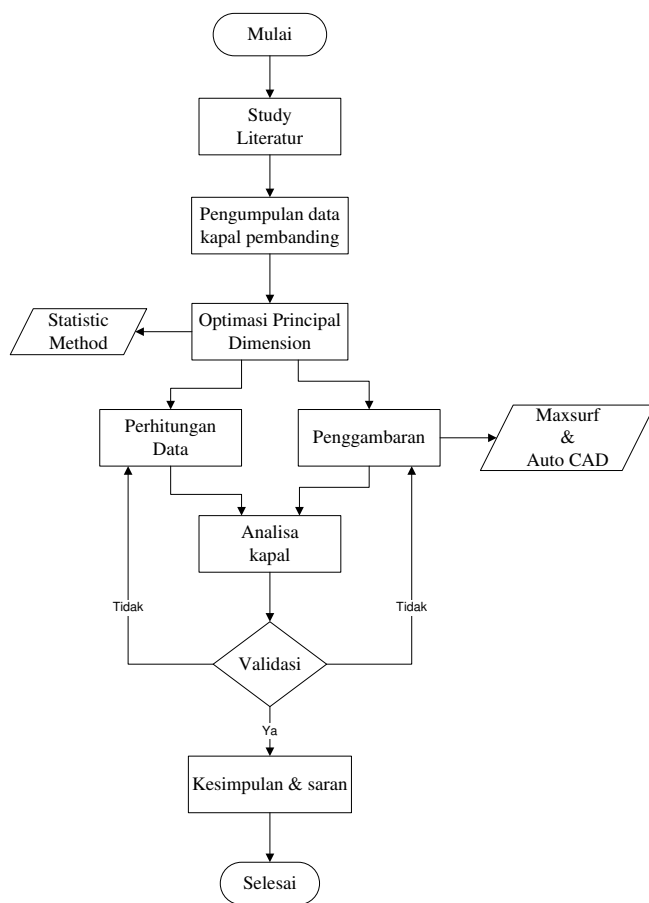
1. *Titik berat kapal (G)* adalah sebuah titik di kapal yang merupakan titik tangkap dari Resultante semua gaya berat yang bekerja di kapal itu, dan dipengaruhi oleh konstruksi kapal. *arah gaya kerja titik berat kapal* adalah tegak lurus kebawah.
2. *Titik Tekan kapal* atau *Titik Apung kapal (B)* adalah titik stabilitas kapal Centre of buoyancy sebuah titik di kapal yang merupakan titik tangkap Resultante semua gaya tekanan keatas air yang bekerja pada bagian kapal yang terbenam didalam air. Arah bekerjanya gaya tekan adalah tegak lurus keatas.
3. *Titik Metasentrum (M)* stabilitas kapal adalah sebuah titik di kapal yang merupakan titik putus yang busur ayunannya adalah lintasan yang dilalui oleh titik tekan kapal.



Gambar. 5. stabilitas kapal

III. METODOLOGI

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar.6. flowchart penelitian

IV. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Optimasi Ukuran utama kapal.

Pada dasarnya ukuran panjang kapal yang akan didesain ialah 3 meter dengan kecepatan dinas (Vs) yaitu 35 knot. Dari data kapal pembeding yang di peroleh maka dilakukan optimasi principal dimension. Adapun ukuran data utama kapal pembeding yang di ambil maksimal 5 meter, kemudian di data – data tersebut dibuat table yang berisikan keterangan dari masing – masing kapal pembeding tersebut.

Table.1. data utama kapal-kapal pembeding

nama kapal	L	B	T	H	D	VS
MMSV	3.3	0.6	0.4	0.9	0.28	27
TS1140	4.38	1.8	0.6	1.2	0.55	30
C-TARGET 3	3.5	1.4	0.6	1.3	0.325	25
C-TARGET 5	5	1.7	0.6	2	0.6	32
see-wiesel I	3.3	0.6	0.4	0.9	0.28	27
see-wiesel III	3.3	0.6	0.4	0.9	0.28	13

Kemudian dilakukan koreksi dengan menggunakan perbandingan antara nilai L/B, L/H, B/T, dan H/T pada tiap-tiap nilai dari spesifikasi kapal pembeding. Berikut ini

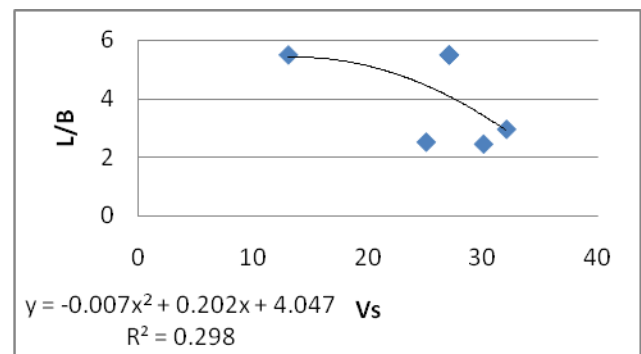
merupakan tabel besarnya nilai perbandingan dari masing – masing data.

Table.2. nilai perbandingan data

Nama Kapal	L	B	T	H	D	VS	L/B	L/H	B/T	H/T
MMSV	3.3	0.6	0.4	0.9	0.28	27	5.5	3.67	1.5	2.25
TS1140	4.38	1.8	0.6	1.2	0.55	30	2.43	3.65	3	2
C-TARGET 3	3.5	1.4	0.6	1.3	0.325	25	2.5	2.69	2.33	2.17
C-TARGET 5	5	1.7	0.6	2	0.6	32	2.94	2.5	2.83	3.33
see-wiesel I	3.3	0.6	0.4	0.9	0.28	27	5.5	3.67	1.5	2.25
see-wiesel III	3.3	0.6	0.4	0.9	0.28	13	5.5	3.67	1.5	2.25

Dari tabel diatas lalu dibuat grafik yang menunjukkan perbandingan antara nilai L/B, L/H, B/T, H/T terhadap kecepatan dinas (Vs). berikut ini adalah detail grafikny.

Perbandingan Vs – L/B



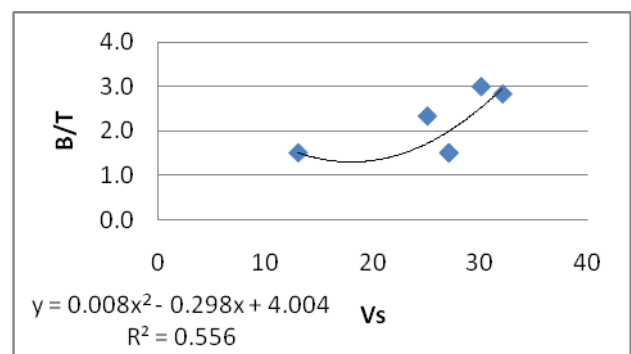
Gambar.7. Grafik perbandingan Vs – L/B

Nilai L/B dapat dicari dengan menggunakan persamaan didapat dari grafik. Persamaan yang ada yaitu :

$$y = -0.007x^2 + 0.202x + 4.047 \quad (7)$$

Vs (nilai x) = 35 knot, nilai L/B yang di dapat sebesar 2.54. Direncanakan nilai L = 3 meter maka di dapat nilai B sebesar $1.18 \approx 1.2$ meter.

Perbandingan Vs – B/T



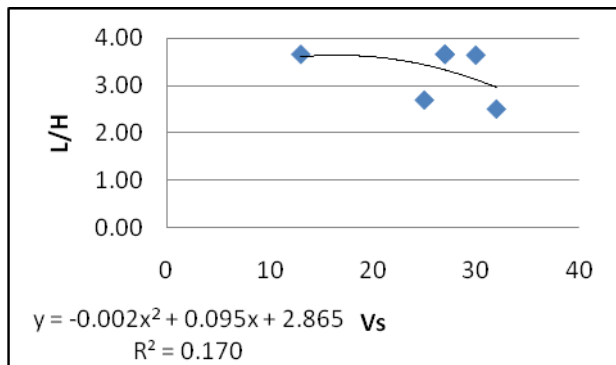
Gambar.8. Grafik perbandingan Vs – B/T

Nilai B/T dapat dicari dengan menggunakan persamaan yang didapat dari grafik. Adapun persamaan tersebut yaitu :

$$y = 0.008x^2 - 0.298x + 4.004 \quad (8)$$

V_s (nilai x) = 35 knot, nilai B/T yang di dapat sebesar 3.37. dari persamaan sebelumnya sudah didapat nilai $B = 1.2$ meter maka di dapat nilai T sebesar $0.356 \approx 0.36$ meter.

Perbandingan $V_s - L/H$



Gambar.9. Grafik perbandingan $V_s - L/H$

Nilai L/H dapat dicari dengan menggunakan persamaan yang didapat dari grafik. Adapun persamaan tersebut yaitu :

$$y = 0.002x^2 - 0.095x + 2.865 \quad (9)$$

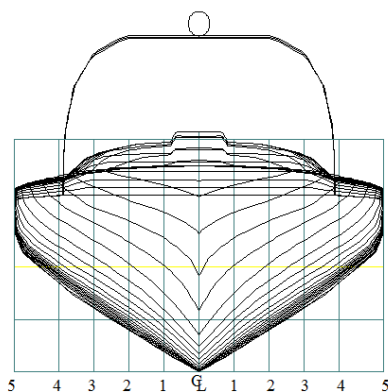
V_s (nilai x) = 35 knot, nilai H/T yang di dapat sebesar 3.74. dari persamaan sebelumnya sudah didapat nilai $L = 3$ meter maka di dapat nilai H sebesar $0.802 \approx 0.8$ meter.

Dari pehitungan perbandingan data utama kapal pemanding maka didapat ukuran utama *unmanned surface vehicle* baru, adapun ukuran utama kapal tersebut ialah :

L	$= 3$	meter
B	$= 1.2$	meter
T	$= 0.36$	meter
H	$= 0.8$	meter
V_s	$= 35$	knot

Pemodelan *Unmanned Surface Vehicle (USV)*

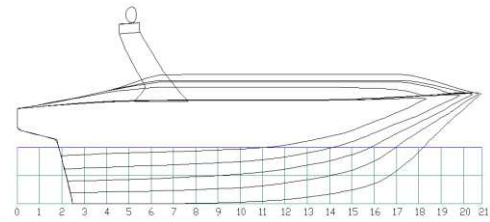
Setelah ukuran USV didapatkan maka selanjutnya



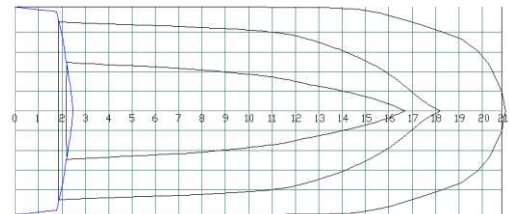
Gambar.10. Body plan

Dari gambar body plan ini maka akan didapatkan bentuk sheer plan berdasarkan proyeksi dari garis lengkung yang memotong *buttock line* sesuai dengan stationnya dan bentuk *half breadth plan* kapal dengan memproyeksikannya dari

garis lengkung yang memotong *water line* berdasarkan stationnya.

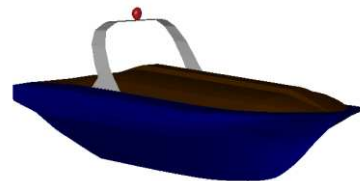


Gambar.11. Sheer plan



Gambar.12. Breadth plan

Berikut ini merupakan bentuk 3-D dari USV yang di desain menggunakan *software maxsurf pro* melalui penyatuan dari seluruh bagian seperti *body plan*, *sheer plan* dan *breadth plan*

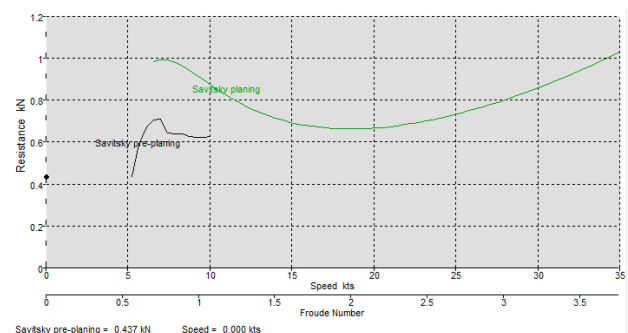


Gambar.13. Bentuk 3-D USV

Tahanan *Unmanned Surface Vehicle (USV)*

Perhitungan tahanan *Unmanned Surface Vehicle (USV)* dilakukan dengan menggunakan *software hullspeed*, didalam *software* ini terdapat berbagai macam metode-metode untuk perhitungan tahanan kapal seperti metode Savitsky, Lahtiharju, Holtrop, Compton, Fung, van Oortmerssen, series 60 dan lain-lain. Berikut ini merupakan parameter-parameter dasar yang didapatkan dari proses optimasi *principal dimension* sampai dengan pemodelan USV dengan menggunakan *software maxsurf* ialah sebagai berikut :

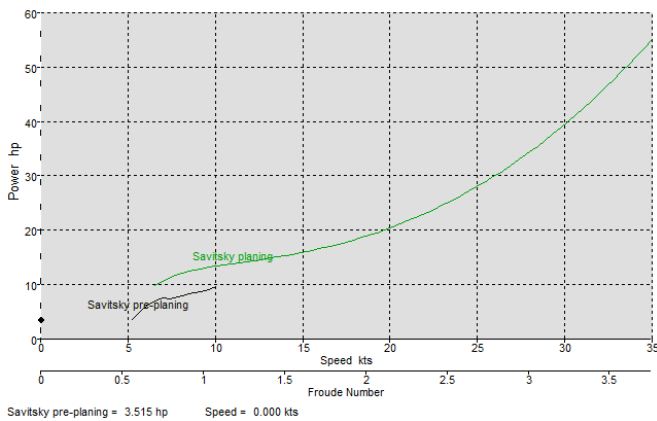
Berikut ini merupakan grafik tahanan berdasarkan kecepatan yang dihasilkan dengan menggunakan *software hullspeed*.



Gambar.14. grafik Tahanan vs speed

Berdasarkan grafik diatas dapat diketahui bahwa tahanan *Unmanned Surface Vehicle* (USV) sebesar 1.03 kN pada kecepatan 35 knot.

Pada perhitungan tahanan dan *speed power prediction* dengan menggunakan *software hullspeed* ini dipakai efisiensi sebesar 45% sehingga didapatkan nilainya seperti yang terdapat di dalam tabel diatas. Berikut ini merupakan grafik *speed power prediction* yang di dapat.

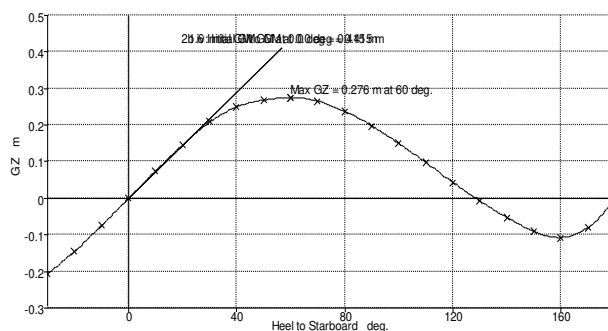


Gambar.15. grafik Power vs speed

Analisa Stabilitas Kapal

Setelah menentukan dan meletakkan peralatan penunjang dari USV, maka tahap selanjutnya ialah menentukan stabilitas. Simulasi stabilitas ini dilakukan dengan menggunakan metode yang ada pada *software hydromax*.

analisa stabilitas USV seperti yang terlihat pada grafik dibawah ini :



Gambar.16. grafik stabilitas USV

Hasil simulasi menunjukkan bahwa USV ini memiliki stabilitas yang baik, ini ditunjukkan dari grafik bahwa nilai GZ maksimum sebesar 0.276 m pada sudut kemiringan sebesar 60° dari starboard.

V. KESIMPULAN

Dari analisa dan pembahasan yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan ialah sebagai berikut :

1. Berdasarkan optimasi *principal dimension* dengan data beberapa kapal pembanding, maka direncanakan ukuran *Unmanned Surface Vehicle* (USV) ini ialah sebagai berikut : $L = 3$ m, $B = 1.2$ m, $T = 0.36$ m, $H = 0.8$ m dan $V_s = 35$ knot.

2. *Unmanned Surface Vehicle* (USV) memiliki tahanan total sebesar 1.03 kN untuk mencapai kecepatan 35 knot.
3. Hasil analisa stabilitas *Unmanned Surface Vehicle* (USV) menunjukkan nilai GZ sebesar 0.276 m pada sudut kemiringan 60°.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. *The Navy Unmanned Surface Vehicle (USV) Master Plan*, Department of the Navy, USA (2007).
- [2]. Volker Bertram. *Unmanned Surface Vehicles – A Survey* [Online]. Available: http://www.skibstekniskelskab.dk/public/dokumenter/Skibsteknisk/Download%20materiale/2008/10%20marts%2008/USVsurvey_DTU.pdf
- [3]. Rizki Hidayat, “Studi perancangan *unmanned surface attack boat* (USAB) ukuran 9 meter,” Tugas Akhir Jursan Teknik Sistem Perkapalan Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2011.
- [4]. Guntur Donny Nugroho, “Studi perancangan *steering. system* pada *Unmanned Surface Vehicle Attack Boat* (USAB) 9 Meter berbasis Micro Controller,” Tugas Akhir Jursan Teknik Sistem Perkapalan Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2011.
- [5]. Daniel Savitsky, “On the Subject Of High Speed Monohull,” Presented to the Greek Section Of the Society Of Naval Architects and Marine Engineers Athens, Greece, (2003, Okt.)
- [6]. Anomim (2011). Stabilitas Kapal [Online]. Available: <http://pelayaran.net/tag/stabilitas-kapal/>